

# Utility of Transesophageal Echocardiography During Severe Hypotension in Non-cardiac Surgery

Cabrera Schulmeyer <sup>1</sup>, Jorge Farías <sup>1</sup>, Eduardo Rajdl <sup>1</sup>, Jaime de La Maza <sup>1</sup>, Marcela Labbé <sup>1</sup>

**Summary:** Schulmeyer C, Farías J, Rajdl E, Maza J, Labbé M – Utility of Transesophageal Echocardiography During Severe Hypotension in Non-cardiac Surgery.

**Background and objectives:** Severe and refractory hypotension is an infrequent perioperative situation during non-cardiac surgery, but determining its etiology is essential for successful management and therapy.

**Methods:** Adults undergoing non-cardiac surgery were prospectively enrolled in this study. Severe hypotension was defined as a drop from 30% of baseline systolic arterial pressure unresponsive to adequate fluids administration and to ephedrine, according to the anesthesiologist criteria. A multiplanar transesophageal echocardiography (TEE) probe was inserted, prior to any other invasive hemodynamic monitor.

**Results:** Forty two adults ( $68 \pm 12$  years) were studied, 84% during elective non-cardiac surgery. Abdominal (open and laparoscopic), thoracic and orthopaedic surgeries were performed most frequently. In all patients, TEE was useful for determining the etiology of severe hypotension. Hypovolemia was diagnosed in 18 patients (42%). Low ejection fraction ( $EF < 30\%$ ) was detected in 5 cases and was successfully treated with vasoactive drugs. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction, associated with systolic anterior motion of the mitral valve, was diagnosed in 5 patients; in another 6 patients severe embolism was detected during hip and knee surgery. Myocardial ischemia causing persistent hypotension was detected in 5 patients; in 3 patients, cardiac tamponade was the etiology of severe hypotension. Two patients died; both had severe myocardial ischemia.

**Conclusions:** Perioperative TEE was performed quickly, proving to be a useful technique in the context of hypotension during non-cardiac surgery. The heart and great vessels could be observed directly and functionally evaluated. Thus, the etiology of severe hypotension could be easily determined and managed.

**Keywords:** COMPLICATIONS: arterial hypotension; MONITORING: transesophageal echocardiography.

**Financial Support:** This work was supported by the Air Force Hospital and University of Valparaíso, the source of funding for this study was the Air Force Hospital of Santiago de Chile. There are no conflicts of interest to disclose.

[Rev Bras Anestesiol 2010;60(5): 513-521] ©Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## INTRODUCTION

Intraoperative transesophageal echocardiography (TEE) is an important improvement in cardiovascular monitoring for complex cardiac patients <sup>1-4</sup>.

According to the guidelines established by the American Society of Anesthesiologists <sup>5,6</sup>, TEE should be used when unexplained life-threatening circulatory instability persists despite corrective therapy, this indicates that there is evidence or general agreement that TEE is useful and effective <sup>7,8</sup>. Hypotension is one of the most common perioperative complications during general anesthesia. It may significantly increase perioperative morbidity and mortality and contribute to adverse postoperative

outcomes <sup>9,10</sup>. Drugs, anesthesia-mediated vasodilation and hypovolemia represent the most common pathogenic mechanisms. However, anesthesiologists infrequently encounter severe and persistent hypotension in a patient who has been adequately volume- and drug-managed. Such a situation demands the placement of an arterial line, a central venous or pulmonary artery catheter. The process is time-consuming and carries known risks. Another important consideration is the poor correlation between ventricular filling pressures and ventricular volume because of variability in ventricular compliance observed in elderly patients, in patients with myocardial damage, in patients with septic shock, and even in normal subjects. We designed a prospective protocol for using TEE during non-cardiac surgery as first hemodynamic monitor installed to determine the etiology of severe hypotension. The aim of the study was to evaluate the clinical utility of TEE in assessing patients who were acutely hemodynamic unstable in the operating room during non-cardiac surgery.

## METHODS

The study was approved by the local Ethics Committee. Adult patients undergoing non-cardiac surgery with standard non-

Received from Fach Hospital, Universidad de Valparaíso, Santiago, Chile.

1. MD, Anesthesiologist.

Submitted on March 5, 2010.

Approved on May 16, 2010.

Correspondence to:

Dra. María Carolina Cabrera Schulmeyer  
Fernández Mira 796

Las Condes

Santiago, Chile

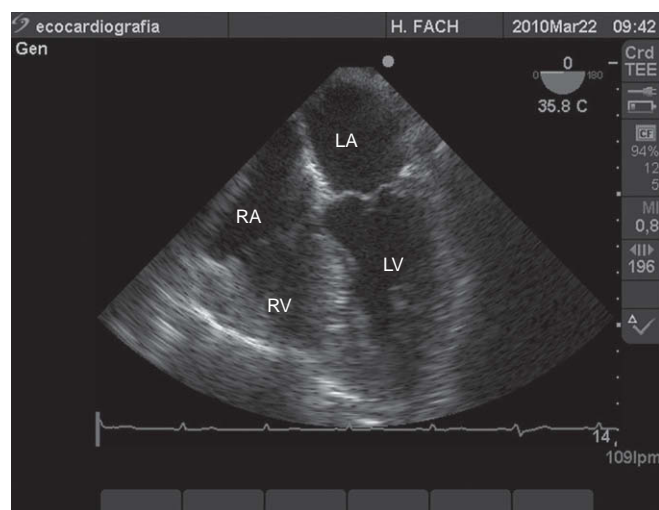
Phone: 56 (2) 7826164, Fax: 56 (2) 7826170

E-mail: carol218@vtr.net

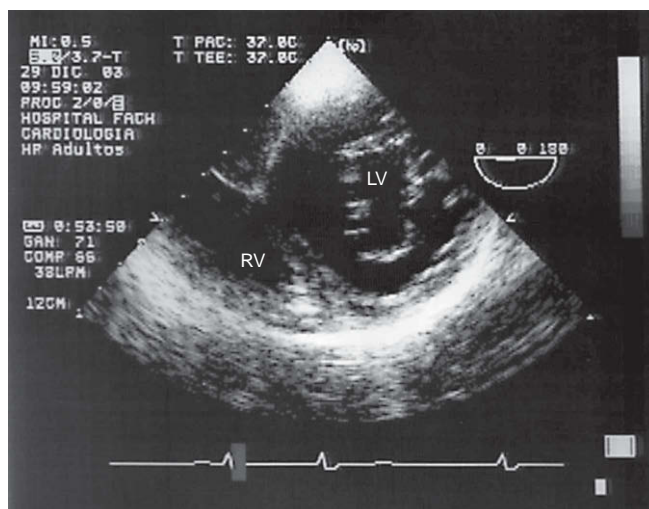
invasive monitoring (SpO<sub>2</sub>, ECG, NIBP) and suffering from severe and refractory hypotension, were studied between March 2007 and December 2009. Patients with arterial line, central venous catheter or patients with a pulmonary artery catheter installed at the beginning of the surgery were excluded and patients with severe esophageal or gastric disease were excluded, too. All patients were under general anesthesia and the trachea was intubated.

Blood pressure was assessed every 2.5 min using a non-invasive monitor standardised for patient size. Refractory intraoperative hypotension was defined as a drop from 30% of baseline of systolic arterial pressure lasting for at least five minutes and unresponsive to adequate volume replacement and ephedrine IV boluses (6mg each), and according to the anesthesiologist criteria. Then the attending anesthesiologist as the first action, before installing any other invasive hemodynamic monitor, asked a TEE-competent anesthesiologist to perform the exam (a TEE-competent anaesthesiologist was available at all times). Thus all TEE exams were performed by an anesthesiologist with advanced training, who was present for the remainder of the surgery to answer any questions posed by the anesthesiologist conducting the anesthesia. TEE was performed using a multiplane phased array probe 5 Mhz (Hewlett Packard Sonos 5000 and a Sonosite Micromaxx). All images were recorded and a written report was attached to the patients' clinical records.

After the probe was inserted, the TEE images were rapidly evaluated, in an effort to identify the cause of the hypotension. Several images were obtained for every patient, including: the four-chamber view (Figure 1), the long and short axis view of aortic valve and ascending aorta; and the transgastric short axis view of the left and right ventricles (Figure 2). On average, obtaining the TEE information took 3 minutes. Normal LV end-systolic volume (LVESV) was considered when < 35 mL to > 55 mL and LV end-diastolic volume (LVEDV) < 65 mL to 95 mL, according with guidelines for standard LV measurement.



**Figure 1.** Four Chamber View, RA = right atrium, RV = right ventricle, LA = left atrium, LV = left ventricle.



**Figure 2.** Transgastric Short Axis View, RV = right ventricle, LV = left ventricle.

The formula used to calculate the ejection fraction (EF, %) was:

$$LVEF = (LVEDV - LVESV) / LVEDV \times 100$$

LV volumes were assessed using the Simpson's rule of discs included in the TEE machine's software. Normal value of EF was considered  $\geq 50\%$ , mild dysfunction 30 – 40% and severe dysfunction < 30%.

For identification of myocardial ischemia images in the left ventricle short and long axis were divided into 17 segments. Each segment was inspected to evaluate wall thickening and motion (normal, mild hypokinesis, severe hypokinesis, akinesis and dyskinesis). The worsening of wall motion was defined as a new episode suggestive of ischemia.

Mitral, Aortic and tricuspid valves were assessed with color, pulsed and continuous doppler.

## Statistical analysis

All statistical analysis were performed using commercially available software STATA 10.0 (stat view State Corp LP, 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas 77845 USA.). Data are presented as mean (SD) and percentages (%).

## RESULTS

From March 2007 to December 2009, 22,355 patients underwent non cardiac surgery in the Hospital. Among these, 42 patients who developed intraoperative severe and refractory hypotension with standard non invasive monitoring were studied. No patient was excluded on the basis of TEE transducer unavailability. One patient was excluded because of recent esophageal surgery.

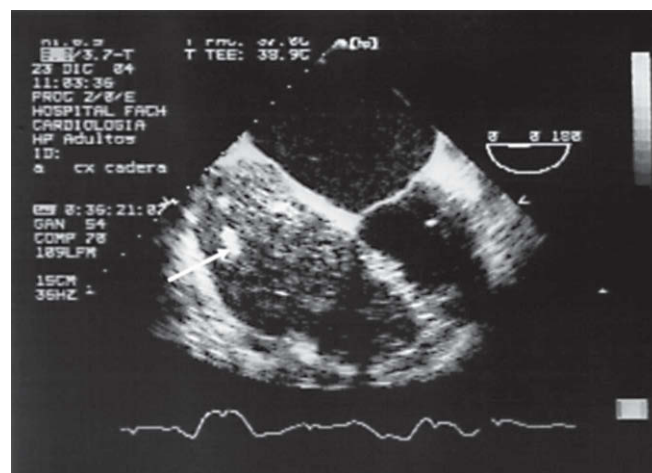
Twenty two males and 20 females (mean age of  $68 \pm 12$  years) undergoing non-cardiac surgery were monitored with TEE (abdominal surgery 22 patients (52%), orthopedics 10 patients (23%); gynecologic 6 patients (12%) and thoracic

4 cases (9%)). ASA I, 4 patients (9%); ASA II, 23 patients (54%); and ASA III, 15 patients (36%) constituted this group. Eighty six percent of cases (36 patients) represented elective surgery; six represented emergency surgeries (Table I).

In all patients, TEE was useful for determining the etiology of severe hypotension. It was also useful as a cardiovascular monitor, for guiding volume replacement and drug therapy. In 25 (60%) patients there was no need for further invasive cardiovascular monitoring (e.g., arterial line, central line or pulmonary artery catheter). An arterial line was installed in 8 cases to accommodate frequent laboratory tests and to facilitate postoperative monitoring. In 10 patients, a central line was installed for administering vasoactive drugs, but not for monitoring CVP. In the postoperative period, 2 patients required a pulmonary artery catheter because of renal failure (1 case) and pulmonary edema (1 case).

Hypovolemia was the most frequent diagnosis recorded in patients (18 patients, 42%). Low systolic and diastolic volumes of the left and right ventricle were measured, visible at the four-chambers and transgastric views. Poor ejection fraction ( $EF < 30\%$ ) was detected in 5 patients and successfully treated, with vasoactive drugs (dobutamine infusion at  $5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) improving the EF by at least 10%, without any new segmental wall motion abnormality. Embolic phenomena were observed in 6 cases; in all patients, the echocardiographic images revealed significant embolic material seen in the right atrium, right ventricle and in the pulmonary artery sufficient to compromise hemodynamics as well as dilation and hypertension of RV cavities (Figure 3).

Defects of segmental wall motion were observed in 5 patients. Three of these cases also exhibited an ECG alteration. One case presented with ST changes, one with ventricular tachycardia and one with ventricular fibrillation. Two of these patients died in the operating room. The remaining three patients underwent successful perioperative medical management of their ischemic pathology, based on nitroglycerin in-



**Figure 3.** Embolic Phenomena. White arrow shows embolic material in the right atrium.

fusion ( $1-5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), betablocker (one patient with normal EF) and anticoagulants (as soon as the surgeon allowed). On the second postoperative day, one patient required an emergency coronary angiography and underwent successful right coronary angioplasty without stent installation.

Dynamic left ventricular outflow tract obstruction associated with systolic anterior wall motion (SAM) of the mitral valve was an unexpected frequent cause of severe intraoperative hypotension (detected in 5 patients). Only two of these patients had a past history of hypertension and none of them had left ventricular hypertrophy. All patients exhibited mitral regurgitation and were not receiving vasoactive therapy at the time of the diagnosis. Two of the cases were also hypovolemic with low LV end-diastolic diameters. Fluid reposition and betablockers, the first line drugs selected, allowed good results.

Pericardial effusion was the primary cause of severe intraoperative hypotension in 3 patients. One of these cases was a female undergoing a large gynecologic intervention. She presented low  $\text{SpO}_2$  and severe hypotension, unresponsive to volume treatment. After the examination with TEE, a pericardial effusion was detected (that was not present in the preoperative transthoracic examination); after drainage, arterial pressure returned to normal values. The two other patients were diabetic type II patients with abdominal sepsis, from the ICU. The installation of drainage resulted in the return of hemodynamic parameters to normal values in these patients.

No complications were observed following the use of intraoperative TEE.

## DISCUSSION

Transesophageal echocardiography was helpful in 100% of the 42 cases evaluated for severe intraoperative episodes of hypotension during non-cardiac surgery. In this clinical scenario of patients monitored with standard non invasive monitoring devices, TEE permits an anatomic and functional diagnosis, quickly and

**Table I – Demographic Data, American Society of Anesthesiologists (ASA) Classification and Type of Surgery for Patients with Intraoperative Severe Hypotension**

n	42
gender	22 males / 20 females
age (year)	$67 \pm 11$
height (cm)	$164 \pm 14$
weight (kg)	$68 \pm 11$
ASA I	4 (9%)
ASA II	23 (50%)
ASA III	15 (35%)
Elective surgery	36 (84%)
Laparoscopic cholecistectomy	9
Open hemicolecotomy	4
Laparoscopic hemicolecotomy	3
Hip surgery	7
Knee surgery	3
Thoracic surgery	4
Neurosurgery	2
Gynecologic surgery	2
Spine surgery	2
Emergency surgery	6 (16%)



in a semi-invasive way. The images obtained were also useful for guiding treatment. Prompt diagnosis with TEE not only clarified the possible etiology but also facilitated the rapid initiation of therapeutic intervention. Analysing the study results, it is clear that hypovolemia was the most frequent cause of intraoperative hypotension. Based on the inclusion criteria of the study, the anesthesiologist ensured the patient had been adequately volume resuscitated with a correct fluid balance prior to performing the TEE. Maybe this incorrect estimation is a result of an unmeasurable third space formation.

Myocardial ischemia was not a frequent cause of intraoperative hypotension in our study (5/38). However, hypotension present secondary to ischemia resulted in a poor prognosis. This poor prognosis may result from the magnitude of the ischemic event: if it compromised hemodynamic function, it was certainly a massive ischemic event.

Embolic phenomena were diagnosed during orthopaedic surgery and were enough to produce severe hypotension. Embolic material of different sizes filled right cavities and pulmonary artery, severely altering contractility. In these patients, TEE was useful not only for the diagnosis of embolic events, but also for the differential diagnosis of other causes of hypotension during orthopedic surgery (like hypovolemia or myocardial ischemia).

Abundant evidence has demonstrated that TEE is the best intraoperative monitor for detecting embolic events, permitting the modification of the therapeutic regimen <sup>11,12,13</sup>.

Dynamic left ventricular outflow tract (LVOT) obstruction associated with systolic anterior movement of the mitral valve (SAM) is a phenomenon rarely encountered by non-cardiovascular anaesthesiologists. Luckner et al <sup>14</sup> published a clinical series of three cases of SAM during non-cardiac surgery as proof of the etiology of hypotension. If TEE is performed more frequently during non-cardiac surgery, maybe these diagnoses will become more frequent.

SAM during non-cardiac surgery is a different clinical entity than SAM that appears after a mitral annuloplasty or mitral repair. SAM during non-cardiac surgery has been associated with predisposing features like a past history of hypertension and myocardial hypertrophic cardiomyopathy. SAM has also been associated with hypovolemia, generating a hypercontractile left ventricle and resulting in rapid blood flow velocities in the outflow tract. Thus, parts of the anteriorly displaced mitral valve leaflets extend past their coaption point and protrude into the rapid velocity flow of the left ventricular outflow tract. Could SAM be the last stage of hypovolemia? The answer requires investigation in the context of non-cardiac surgery.

It is important that the majority of patients during this study had no further cardiovascular invasive monitoring; TEE provided sufficient information for the diagnosis and cardiovascular management of the patient.

Brandt et al <sup>15</sup>, studied the role of emergency intraoperative echocardiography in 66 patients. They recommended that TEE should be considered as the diagnostic tool of choice when surgical patients had unexplained hemodynamic instability during cardiac (n = 46) and non-cardiac (n = 20) surgery.

Denault and Couture <sup>16</sup>, in a retrospective study of 214 non-cardiac surgery and ICU patients, demonstrated the utility of

TEE for management adjustments necessary to modify medical therapy. Kolev <sup>17</sup> studied the influence of TEE on intraoperative decision-making using the ASA guidelines. This study included 224 patients, undergoing cardiac and non-cardiac surgery. Their observations resulted in a 30% change in overall management, with a greater impact in category I than category II indications.

Limitations of this study include first the definition of severe hypotension. It was very difficult to find definitive parameters for which all anesthesiologists were in agreement, so we decided upon the drop from 30% of systolic blood pressure. Nonetheless, the subjective evaluation and judgment of the anesthesiologist in charge of the patient determined whether TEE was requested in the operating room. Second, a comparison with other monitoring modalities would have aided in proving the effectiveness and usefulness of TEE in non-cardiac surgery. Such a comparison was not performed in this study, because the aim was to evaluate if TEE could be useful as a first choice monitor for diagnosing and treating a patient with refractory hypotension. Hypotension was attributed in every subject to some echocardiographic abnormality, but we considered that low systemic vascular resistance (which is not estimated by TEE) could have been a contributing factor. One main cause or finding per patient was stated. If a patient had pump failure secondary to ischemia, this was categorized as ischemia. It is difficult to ascertain if an abnormal finding is causing hemodynamic instability unless it is severe or represents a new change. The study was not designed to pick up new changes but rather take a snapshot when the patient was already hypotensive. The lack of a control group prevents the determination of the independent impact of TEE on the outcome in these patients. Furthermore, identifying a matched group of historical controls may be extraordinarily difficult, given the relative infrequency of severe intraoperative hypotension and the multitude of conflicting variables that may impact on the outcome after severe intraoperative hypotension. Because of the rather small number of patients, this analysis does not address postoperative outcome parameters, like morbidity and mortality. Finally another critical issue is the lack of any information on preoperative evaluation. TEE is effective to help anaesthesiologist when an intraoperative hypotension arise, but must be not recommended to replace the lack of preoperative screening. The use of routine TEE is now validated according to the ASA guidelines and now there is general agreement that TEE should be used for noncardiac surgical patients when the patient has known or suspected cardiovascular pathology that might result in hemodynamic, pulmonary, or neurologic compromise.

In conclusion, considering the limitations of this study, TEE was a very useful cardiovascular monitoring tool for diagnosing the etiology of intraoperative severe hypotension. TEE is currently the most important imaging tool available for anesthesiologists in the operating room, thus its indications and benefits need to be thoroughly explored in the non-cardiac surgery patient. The advantages of TEE should be weighed against the costs and expertise required. However, if available in the operating room and a trained anesthesiologist can perform the examination, TEE should be used as a first choice monitoring tool during a severe hemodynamic event.

# Utilidade da Ecocardiografia Transeofageana durante Hipotensão Arterial Grave em Cirurgia não Cardíaca

Cabrera Schulmeyer <sup>1</sup>, Jorge Farías <sup>1</sup>, Eduardo Rajdl <sup>1</sup>, Jaime de La Maza <sup>1</sup>, Marcela Labbé <sup>1</sup>

**Resumo:** Schulmeyer C, Farías J, Rajdl E, Maza J, Labbé M – Utilidade da Ecocardiografia Transesofageana durante Hipotensão Arterial Grave em Cirurgia não Cardíaca.

**Justificativa e objetivos:** Hipotensão arterial grave e refratária é uma ocorrência perioperatória rara em cirurgias não cardíacas, mas a determinação de sua etiologia é essencial para o tratamento bem-sucedido.

**Métodos:** Adultos submetidos a cirurgias não cardíacas foram incluídos prospectivamente neste estudo. Hipotensão arterial grave foi definida como uma queda de 30% em relação à pressão arterial sistólica basal que não respondeu à administração adequada de fluidos e efedrina, de acordo com critérios do anestesiológico. Uma sonda multiplanar de ecocardiografia transesofageana (ETE) foi inserida antes de qualquer outro monitoramento hemodinâmico invasivo.

**Resultados:** Quarenta e dois adultos ( $68 \pm 12$  anos) foram incluídos neste estudo, 84% durante a cirurgia não cardíaca eletiva. Cirurgias abdominais (abertas e laparoscópicas), torácicas e ortopédicas foram as mais frequentes. Em todos os pacientes, a ETE foi útil para a determinação da etiologia da hipotensão arterial grave. Hipovolemia foi diagnosticada em 18 pacientes (42%). Baixa fração de ejeção ( $FE < 30\%$ ) foi detectada em cinco casos, tendo sido tratada com sucesso pela administração de fármacos vasoativos. Obstrução dinâmica da via de saída do ventrículo esquerdo associada a movimento sistólico anterior (MAS) da válvula mitral foi diagnosticada em cinco pacientes; em outros seis, foi detectada embolia grave durante cirurgia dos quadris e joelhos. Isquemia miocárdica causando hipotensão arterial persistente foi detectada em cinco pacientes; em três pacientes, o tamponamento cardíaco foi a causa da hipotensão arterial grave. Dois pacientes morreram; ambos apresentavam isquemia miocárdica grave.

**Conclusões:** Ecocardiografia transesofageana perioperatória foi realizada rapidamente e demonstrou ser uma técnica útil no contexto de hipotensão arterial durante cirurgia não cardíaca. O coração e os grandes vasos puderam ser observados diretamente e avaliados de modo funcional. Assim, a etiologia da hipotensão arterial grave pode ser facilmente identificada e tratada.

**Unitermos:** COMPLICAÇÕES: hipotensão arterial; MONITORIZAÇÃO: ecocardiografia transesofágica.

**Apoio Financeiro:** Este estudo recebeu apoio do Hospital da Força Aérea e da Universidade de Valparaíso; o apoio financeiro deste estudo veio do Hospital da Força Aérea de Santiago do Chile. Não existem conflitos de interesse.

[Rev Bras Anesthesiol 2010;60(5): 513-521] ©Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

## INTRODUÇÃO

A ecocardiografia transeofageana (ETE) é uma melhora importante no monitoramento cardiovascular de pacientes cardíacos complexos <sup>1-4</sup>.

De acordo com as diretrizes estabelecidas pela Sociedade Americana de Anestesiologistas <sup>5,6</sup>, a ETE deve ser utilizada quando instabilidade circulatória inexplicada, que ameaça a vida do paciente, persiste a despeito do tratamento corretivo; isso revela uma evidência ou uma concordância geral de que a ETE é útil e eficaz <sup>7,8</sup>. A hipotensão arterial é uma das complicações

perioperatórias mais comuns durante anestesia geral. Ela pode aumentar consideravelmente a morbidade e a mortalidade perioperatórias e contribuir para resultados pós-operatórios adversos <sup>9,10</sup>. Fármacos, vasodilatação mediada pela anestesia e hipovolemia representam os mecanismos patológicos mais comuns. Entretanto, os anestesiológicos raramente encontram hipotensão arterial grave e persistente em um paciente que foi tratado corretamente com fluidos e fármacos. Essa situação requer a introdução de uma linha arterial, um cateter venoso central ou cateter na artéria pulmonar. O processo demanda tempo e está associado aos próprios riscos. Outra consideração importante é a pouca correlação entre as pressões de enchimento ventricular e o volume ventricular, devido à variabilidade da complacência ventricular observada em pacientes idosos, em pacientes com dano miocárdico, naqueles com choque séptico e mesmo em indivíduos normais. Planejamos um protocolo prospectivo para o uso da ETE durante cirurgia não cardíaca como o primeiro monitor hemodinâmico instalado para determinar a etiologia da hipotensão arterial grave. O objetivo do presente estudo foi avaliar a utilidade clínica da ETE na avaliação de pacientes agudos hemodinamicamente instáveis na sala de cirurgia durante cirurgia não cardíaca.

Recebido do Fach Hospital, Universidad de Valparaíso, Santiago, Chile.

1. Médico, Anestesiologista.

Submetido em 5 de março de 2010.

Aprovado para publicação em 16 de maio de 2010.

Endereço para correspondência:

Dra. María Carolina Cabrera Schulmeyer

Fernández Mira 796,

Las Condes

Santiago, Chile

Tel: 56 (2) 7826164, Fax: 56 (2) 7826170

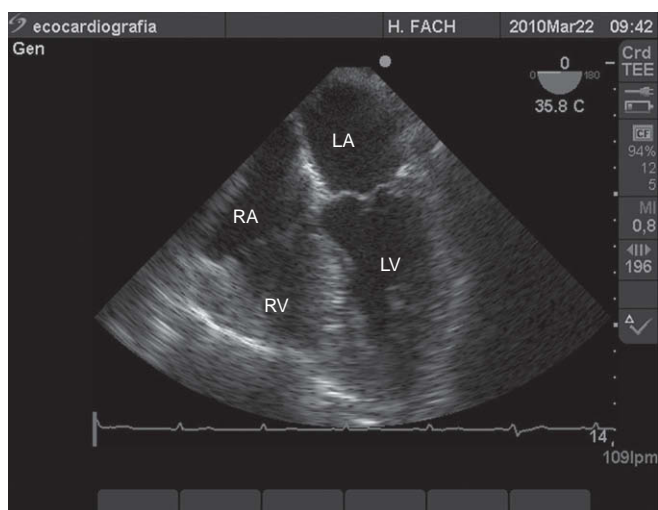
E-mail: carol218@vtr.net

## MÉTODOS

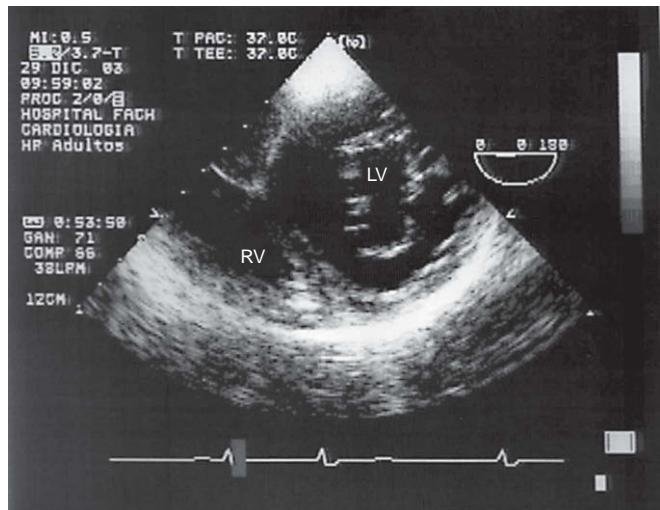
Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local. Pacientes adultos submetidos a cirurgias não cardíacas com monitoramento não invasivo padrão (SpO<sub>2</sub>, ECG, PANI) e com hipotensão refratária grave, entre março de 2007 e dezembro de 2009, foram incluídos. Pacientes com linha arterial, cateter venoso central ou pacientes com cateter na artéria pulmonar instalados no início da cirurgia, assim como aqueles com doença esofageana ou gástrica grave, foram excluídos. Todos os pacientes foram submetidos a anestesia geral e intubação traqueal.

A pressão arterial foi verificada a cada 2,5 minutos usando um dispositivo não invasivo padronizado para o tamanho do paciente. Hipotensão arterial intraoperatória refratária foi definida como uma queda de 30% em relação à pressão sistólica arterial inicial, com duração mínima de 5 minutos, que não respondeu à administração adequada de fluidos e *bolus* EV de efedrina (6 mg cada *bolus*) e de acordo com os critérios do anestesiológico. O anestesiológico responsável pelo caso pedia, antes de instalar qualquer outro monitor hemodinâmico invasivo, que um anestesiológico competente em ETE realizasse o exame (um anestesiológico competente em ETE estava sempre disponível). Portanto, todos os ecocardiogramas foram realizados por um anestesista treinado, que estava presente durante o restante da cirurgia para responder a perguntas do anestesiológico responsável pelo caso. A ETE foi realizada com uma sonda multiplanar de 5 MHz (Hewlett Packard Sonos 5000 e um Sonosite Micromaxx). Todas as imagens foram registradas e um relato escrito foi anexado ao prontuário dos pacientes.

Depois que a sonda do ETE foi instalada, as imagens do ETE foram avaliadas rapidamente em uma tentativa de identificar a causa da hipotensão. Foram obtidas diversas imagens da ETE para cada paciente, incluindo: a visão de quatro câmaras (Figura 1), as imagens no eixo maior e menor da válvula aórtica e da aorta ascendente e a imagem transgástrica de eixo menor dos ventrículos esquerdo e direito (Figura 2).



**Figura 1.** Vista de Quatro Câmaras, RA = átrio direito, RV = ventrículo direito, LA = átrio esquerdo, LV = ventrículo esquerdo.



**Figura 2.** Vista Transgástrica de Eixo Menor, RV = ventrículo direito, LV = ventrículo esquerdo.

A obtenção da informação da ETE levou, em média, 3 minutos. Considerou-se o volume sistólico final normal do VE (VSFVE) como < 35 mL a > 55 mL, e o volume diastólico final normal do VE (VDFVE) < 65 mL a 95 mL, de acordo com as diretrizes para as medições-padrão do VE.

A seguinte fórmula foi usada para calcular a fração de ejeção (FE, %):

$$FEVE = (VDFVE - VSFVE) / VDFVE \times 100$$

Os volumes do VE foram avaliados usando-se a regra de Simpson de discos, incluída no *software* do aparelho de ETE. Valores  $\geq 50\%$  foram considerados normais, 30% a 40%, disfunção leve e < 30%, disfunção grave.

Para a identificação de isquemia miocárdica, as imagens de eixo menor e maior do ventrículo esquerdo foram divididas em 17 segmentos. Cada segmento foi inspecionado para avaliar a espessura da parede e o movimento (normal, hipocinesia leve, hipocinesia grave, acinesia e discinesia). A piora do movimento da parede foi definida como um novo episódio sugestivo de isquemia.

As válvulas mitral, aórtica e tricúspide foram avaliadas pelo Doppler colorido, de pulso e contínuo.

## Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram feitas usando-se o *software* STATA 10.0 (stat view State Corp LP, 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas 77845 USA). Os dados são apresentados como média (DP) e percentagens (%).

## RESULTADOS

De março de 2007 a dezembro de 2009, 22.355 pacientes se submeteram a cirurgias não cardíacas. Entre eles, 42 pacientes

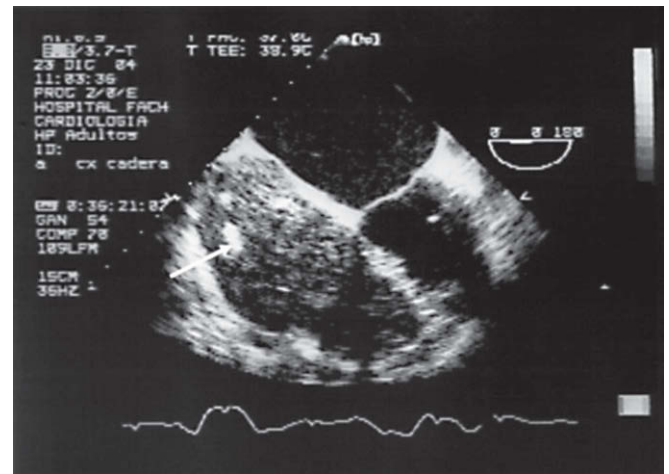


que desenvolveram hipotensão arterial grave e refratária com monitoração-padrão não invasiva foram incluídos neste estudo. Nenhum paciente foi excluído com base na indisponibilidade da ETE. Um paciente foi excluído em razão de uma cirurgia esofageana recente.

Vinte e dois homens e 20 mulheres (idade média de  $68 \pm 12$  anos) submetidos à cirurgia não cardíaca foram monitorados com ETE, cirurgia abdominal em 22 pacientes (52%), ortopédica em dez pacientes (23%), ginecológica em seis pacientes (12%) e torácica em quatro pacientes (9%). ASA I, quatro pacientes (9%), ASA II, 23 pacientes (54%) e ASA III, 15 pacientes (36%) constituíram o grupo. Oitenta e seis por cento dos casos (36 pacientes) representaram cirurgia eletiva; seis representaram cirurgia de urgência (Tabela I).

A ETE foi útil para determinar a etiologia da hipotensão grave em todos os pacientes. Também foi útil como um monitor cardíaco e para direcionar a reposição de fluidos e tratamento farmacológico. Em 25 pacientes (60%), não houve necessidade de monitoramento cardiovascular invasivo (por exemplo, linha arterial, linha venosa central ou cateter de artéria pulmonar). Uma linha arterial foi instalada em oito pacientes para a realização de exames laboratoriais frequentes e para facilitar o monitoramento pós-operatório. Em dez pacientes, uma linha venosa central foi instalada para a administração de fármacos vasoativos, mas não para monitorar a PVC. No período pós-operatório, dois pacientes necessitaram de um cateter de artéria pulmonar devido a insuficiência renal (1 caso) e edema pulmonar (1 caso).

Hipovolemia foi o diagnóstico mais frequente (18 pacientes, 42%). Baixos volumes sistólico e diastólico finais dos ventrículos esquerdo e direito, visíveis nas incidências de quatro câmaras e transtática, foram medidos. Fração de ejeção baixa ( $FE < 30\%$ ) foi detectada em cinco pacientes, tendo sido tratada com fármacos vasoativos (dobutamina



**Figura 3.** Fenômeno Embólico. A seta branca mostram o material embólico no átrio direito.

a  $5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ), aumentando a FE em pelo menos 10%, sem qualquer anormalidade segmentar da parede. Fenômenos embólicos foram observados em seis casos; em todos os pacientes, as imagens ecocardiográficas mostraram material embólico significativo no átrio direito, ventrículo direito e artéria pulmonar, o suficiente para comprometer os parâmetros hemodinâmicos, assim como a dilatação e a hipertensão das cavidades do VD (Figura 3).

Defeitos segmentares no movimento da parede foram observados em cinco pacientes. Três desses casos também exibiram alterações no ECG. Um caso apresentou alterações no segmento ST, um com taquicardia ventricular e um com fibrilhação ventricular. Dois desses pacientes morreram na sala de operação. Nos outros três pacientes, sua patologia isquêmica foi tratada com sucesso no período perioperatório, baseado na infusão de nitroglicerina ( $1-5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ), betabloqueador (um paciente com FE normal) e anticoagulantes (assim que o cirurgião permitiu). No segundo dia do pós-operatório, um paciente necessitou de angiografia coronária de urgência e foi submetido a angioplastia da artéria coronária direita sem instalação de *stent*.

A obstrução dinâmica da via de saída do ventrículo esquerdo associada ao movimento anterior sistólico (MAS) da válvula mitral foi uma causa frequente, inesperada, de hipotensão arterial intraoperatória grave (detectada em cinco pacientes). Apenas dois desses pacientes apresentavam história de hipertensão e nenhum deles apresentava hipertrofia ventricular. Todos os pacientes apresentaram insuficiência mitral e não estavam recebendo tratamento vasoativo no momento do diagnóstico. Dois desses pacientes também apresentavam hipovolemia, com baixos volumes diastólicos finais do VE. A reposição de fluidos e betabloqueadores, o fármaco de primeira linha selecionado, proporcionou bons resultados.

Derrame pericárdico foi a causa primária de hipotensão arterial intraoperatória grave em três pacientes. Um desses casos se tratava de uma paciente do sexo feminino que se submetera a uma cirurgia ginecológica de grande porte. Ela apresentou baixa  $\text{SpO}_2$  e hipotensão arterial grave que não

**Tabela I** – Dados Demográficos, *American Society of Anesthesiologists* (ASA). Classificação e Tipo de Cirurgia dos Pacientes com Hipotensão Arterial Intraoperatória Grave

N	42
Sexo	22 homens / 20 mulheres
Idade (anos)	$67 \pm 11$
Altura (cm)	$164 \pm 14$
Peso (kg)	$68 \pm 11$
ASA I	4 (9%)
ASA II	23 (50%)
ASA III	15 (35%)
Cirurgia eletiva	36 (84%)
Colecistectomia laparoscópica	9
Hemicolectomia aberta	4
Hemicolectomia laparoscópica	3
Cirurgia de quadril	7
Cirurgia de joelho	3
Cirurgia torácica	4
Neurocirurgia	2
Cirurgia ginecológica	2
Cirurgia na coluna	2
Cirurgia de urgência	6 (16%)

respondeu à reposição de fluidos. Após o exame com a ETE, uma efusão pericárdica foi detectada (que não estava presente no exame torácico pré-operatório); após a drenagem, a pressão arterial retornou aos valores normais. Os outros dois pacientes eram do CTI e apresentavam diabetes tipo II e sepse abdominal. A drenagem resultou no retorno dos parâmetros hemodinâmicos para valores normais nesses pacientes.

Não foram observadas complicações após o uso da ETE intraoperatória.

## DISCUSSÃO

A ecocardiografia transesofageana foi útil em 100% desses 42 casos avaliados para episódios de hipotensão arterial durante cirurgias não cardíacas. Nesse cenário clínico de pacientes monitorados com dispositivos de monitoramento não invasivos padrão, a ETE permitiu o diagnóstico anatômico e funcional de maneira rápida e semi-invasiva. As imagens obtidas também foram úteis para orientar o tratamento. O diagnóstico imediato com a ETE não apenas esclareceu a possível etiologia, mas também facilitou o início imediato de intervenções terapêuticas. Analisando-se os resultados deste estudo, está claro que a hipovolemia foi a causa mais frequente de hipotensão arterial intraoperatória. Baseado nos critérios de inclusão, o anestesiológista assegurou que o paciente recebeu reposição de fluidos adequada antes da realização da ETE. Talvez essa estimativa incorreta resulte de formação não mensurável de terceiro espaço.

A isquemia miocárdica não foi uma causa frequente de hipotensão arterial intraoperatória em nosso estudo (5/38). Entretanto, a hipotensão arterial secundária à isquemia resultou em prognóstico sombrio. Esse prognóstico talvez tivesse sido resultante da magnitude do evento isquêmico: se ele comprometeu a função hemodinâmica, certamente foi um evento maciço.

Fenômenos embólicos foram diagnosticados durante cirurgias ortopédicas, tendo sido suficientes para causar hipotensão arterial grave. Materiais embólicos de tamanhos diferentes encheram as cavidades direitas e a artéria pulmonar, alterando intensamente a contratilidade. Nesses pacientes, a ETE foi útil não apenas para diagnosticar os fenômenos embólicos, mas também para o diagnóstico diferencial de outras causas de hipotensão arterial durante cirurgias ortopédicas (como hipovolemia ou isquemia cardíaca).

Evidências abundantes demonstraram que a ETE é o melhor monitoramento intraoperatório para detectar eventos embólicos, permitindo a modificação do regime terapêutico <sup>11,12,13</sup>.

A obstrução dinâmica da via de saída do ventrículo esquerdo associada com o movimento anterior sistólico da válvula mitral (MAS) é um fenômeno encontrado raramente por anestesiológistas não cardiovasculares. Luckner e col. <sup>14</sup> publicaram uma série clínica de três casos de MAS durante cirurgia não cardíaca causando hipotensão. Se a ETE for feita com mais frequência durante as cirurgias não cardíacas, talvez esses diagnósticos se tornem mais frequentes.

O movimento anterior sistólico da válvula mitral durante cirurgia não cardíaca é uma entidade diferente da MAS, que apa-

rece após a anuloplastia ou o reparo da válvula mitral. A MAS durante cirurgia não cardíaca foi associada a fatores predisponentes, como história de hipertensão arterial e cardiomiopatia hipertrófica. Ela também foi associada à hipovolemia, gerando um ventrículo esquerdo hipercontrátil que resulta em um rápido fluxo sanguíneo na via de saída do VE. Assim, parte dos folhetos da mitral deslocados anteriormente se estende além do ponto de fechamento e apresentam protrusão no fluxo rápido da via de saída do ventrículo esquerdo. A MAS poderia ser o último estágio da hipovolemia? A resposta requer a investigação no contexto de cirurgias não cardíacas.

É importante que, durante este estudo, a maioria dos pacientes não teve monitoramento cardiovascular invasivo adicional; a ETE forneceu informações suficientes para o diagnóstico e o tratamento dos pacientes.

Brandt e col. <sup>15</sup> estudaram o papel da ecocardiografia intraoperatória de emergência em 66 pacientes. Eles recomendaram que a ETE deve ser considerada a modalidade diagnóstica de escolha quando pacientes cirúrgicos apresentam instabilidade hemodinâmica inexplicável durante cirurgias cardíacas (n = 46) e não cardíacas (n = 20).

Em um estudo retrospectivo de 214 pacientes submetidos a cirurgias não cardíacas e em pacientes do CTI, Denault e Couture <sup>16</sup> demonstraram a utilidade da ETE nos ajustes necessários para modificar a terapia médica. Kolev <sup>17</sup> estudou a influência da ETE nas decisões intraoperatórias usando as diretrizes da ASA. Esse estudo incluiu 224 pacientes submetidos a cirurgias cardíacas e não cardíacas. Suas observações resultaram em 30% de alterações no tratamento, com o maior impacto nas indicações da categoria I do que da categoria II.

As limitações do presente estudo incluem, em primeiro lugar, a definição de hipotensão arterial grave. Foi muito difícil encontrar parâmetros definitivos com os quais todos os anestesiológistas concordassem. Portanto, decidimos por uma queda na pressão sistólica de 30%. Mesmo assim, a avaliação subjetiva e o julgamento do anestesiológista encarregado do paciente determinaram se a ETE seria requisitada. Em segundo lugar, a comparação com outras modalidades de monitoramento poderia ajudar a melhorar a efetividade e a utilidade da ETE em cirurgias não cardíacas. Essa comparação não foi feita no presente estudo porque seu objetivo era avaliar se a ETE poderia ser útil como o monitor de escolha para diagnosticar e tratar um paciente com hipotensão arterial refratária. Em cada indivíduo, a hipotensão foi atribuída a alguma anormalidade ecocardiográfica, mas consideramos que a baixa resistência vascular periférica (que não é estimada pela ETE) poderia ser um fator contribuinte. Uma causa principal, ou achado, foi encontrada em cada paciente. Se um paciente apresentava falha da bomba secundária à isquemia, ela era categorizada como isquemia. É difícil avaliar se um achado anormal está causando instabilidade hemodinâmica, a não ser que seja grave ou represente uma nova alteração. Este estudo não foi desenhado para diagnosticar novas alterações, apenas tirar uma imagem de momento quando o paciente já apresentava hipotensão. A ausência de um grupo-controle previne a determinação do impacto independente da ETE no re-



sultado desses pacientes. Além disso, a identificação de um grupo-controle histórico pode ser extremamente difícil, devido à relativa raridade de hipotensão intraoperatória grave e à grande diversidade de variáveis conflitantes que podem causar impacto no resultado após hipotensão arterial intraoperatória grave. Devido ao pequeno número de pacientes, essa análise não focaliza parâmetros pós-operatórios, como morbidade e mortalidade. Finalmente, outro ponto crítico é a falta de qualquer informação sobre a avaliação pré-operatória. A ETE é eficaz no auxílio ao anestesiológico no caso de hipotensão intraoperatória, mas não é recomendada para substituir a ausência da avaliação pré-operatória. O uso rotineiro da ETE é validado de acordo com as diretrizes da ASA e há um consenso geral que ela deve ser empregada em pacientes cirúrgicos não cardíacos em hipótese de patologia cardiovascular conhecida ou suspeita que pode resultar em acometimento hemodinâmico, pulmonar ou neurológico.

Concluindo, considerando-se as limitações do presente estudo, a ETE foi uma ferramenta de monitoramento cardiovascular muito útil para diagnosticar a etiologia de hipotensão arterial intraoperatória grave. Atualmente, a ETE é o exame de imagem mais importante disponível aos anestesiológicos no centro cirúrgico e, portanto, suas indicações e benefícios devem ser amplamente explorados no paciente cirúrgico não cardíaco. As vantagens da ETE devem ser pesadas contra os custos e o conhecimento necessários. Entretanto, se a ETE estiver disponível no centro cirúrgico e um anestesiológico treinado puder realizar o exame, deve-se usá-la como primeira escolha de monitoramento durante um evento hemodinâmico grave.

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

- Mishra M, Chauhan R, Sharma KK et al. – Real-time intraoperative transesophageal echocardiography: how useful? Experience of 5,016 cases. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 1998;12:625-632.
- Fanshawe M, Ellis C, Habib S, Konstadt S, Reich D – A Retrospective Analysis of the Costs and Benefits Related to Alterations in Cardiac Surgery from Routine Intraoperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg*, 2002;95:824-827.
- Hofer C, Zollinger A, Rak M et al. – Therapeutic impact of intra-operative Transesophageal echocardiography during non-cardiac surgery. *Anaesthesia*, 2004;59:3-9.
- Patteril M, Swaminathan M – Pro: intraoperative transesophageal echocardiography is of utility in patients at high risk of adverse cardiac events undergoing non-cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2004;18:107-109.
- Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. A report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology*, 1996;84:986-1006.
- American Society of Anesthesiologists and Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. – Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. *Anesthesiology*, 2010;112:1-13.
- Suriani RJ, Neustein S, Shore-Lesserson L, Konstadt S – Intraoperative transesophageal echocardiography during non-cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 1998;12:274-280.
- Couture P, Denault AY, McKenty S et al. – Impact of routine use of intraoperative transesophageal echocardiography during cardiac surgery. *Can J Anesth*, 2000;47:20-26.
- Reich D, Hossain S, Krol M et al. – Predictors of hypotension alter induction of general anesthesia. *Anesth Analg*, 2005;101:622-628.
- Monk T, Saini V, Weldon B et al – Anesthetic Management and one-year mortality after non-cardiac surgery. *Anesth Analg*, 2005;100:4-10.
- Rosenberg P, Stanton S, Body S et al – Utility of intraoperative Transesophageal echocardiography for diagnosis of pulmonary embolism. *Anesth Analg*, 2004;99:12-16.
- Koessler M, Fabiani R, Hamer H et al – The clinical relevance of embolic events detected by transesophageal echocardiography during cemented total hip arthroplasty: a randomized clinical trial. *Anesth Analg*, 2001;92:49-55.
- Fallon K, Fuller J, Monley P – Fat embolization and fatal cardiac arrest during hip arthroplasty with methylmethacrylate. *Can J Anaesth*, 2001;48:626-629.
- Luckner G, Margreiter J, Jochberger S et al. – Systolic anterior motion of the mitral valve with left ventricular outflow tract obstruction: three cases of acute perioperative hypotension in non-cardiac surgery. *Anesth Analg*, 2005;100:1594-1598.
- Brandt RR, Oh JK, Abel MD et al – Role of emergency intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*, 1998;11:972-977.
- Denault AY, Couture P, McKenty S et al. – Perioperative use of transesophageal echocardiography by anesthesiologists: impact in non-cardiac surgery and in the intensive care unit. *Can J Anesth*, 2002;40:287-293.
- Kolev N, Brase R, Swanevelde J et al. – The influence of transesophageal echocardiography on intra-operative decision making. A European multicentre study. *European Perioperative TOE Research Group. Anaesthesia*, 1998;53:767-773.

**Resumen:** Schulmeyer CC, Farías J, Rajdl E, Maza J, Labbé M – Utilidad de la Ecocardiografía Transeofageana durante Hipotensión Arterial Severa en Cirugía no Cardíaca.

**Justificativa y objetivos:** La hipotensión arterial severa y refractaria es una incidencia rara en Cirugías no cardíacas, pero determinar su etiología es esencial para el tratamiento exitoso.

**Métodos:** Adultos sometidos a cirugías no cardíacas que fueron incluidos prospectivamente en este estudio. La hipotensión arterial severa fue definida como una caída de un 30% con relación a la presión arterial sistólica basal que no respondió a la administración adecuada de fluidos y efedrina, de acuerdo con criterios del anestesiólogo. Una sonda multiplanar de ecocardiografía transeofageana (ETE) se insertó antes de cualquier otro monitoreo hemodinámico invasivo.

**Resultados:** Cuarenta y dos adultos (68 ± 12 años) se incluyeron en este estudio, 84% durante la Cirugía no cardíaca electiva. Cirugías abdominales (abiertas y laparoscópicas), torácicas y ortopédicas fueron las más frecuentes. En todos los pacientes, la ETE fue útil para la determinación de la etiología de la hipotensión arterial severa. La Hipovolemia fue diagnosticada en 18 pacientes (42%). Una baja fracción de eyección (FE < 30%), fue detectada en cinco casos, y fue tratada exitosamente con la administración de fármacos vasoactivos. Se diagnosticó la obstrucción dinámica de la vía de salida del ventrículo izquierdo asociada al movimiento sistólico anterior (MAS), de la válvula mitral en cinco pacientes; en otros seis, fue detectada embolia severa durante cirugía de caderas y rodillas. La Isquemia miocárdica causando hipotensión arterial persistente se detectó en cinco pacientes; en tres pacientes, el taponamiento cardíaco fue la causa de la hipotensión arterial severa. Dos pacientes fallecieron y ambos presentaban isquemia miocárdica severa.

**Conclusiones:** La Ecocardiografía transeofageana perioperatoria fue realizada rápidamente y demostró ser una técnica útil en el contexto de la hipotensión arterial durante la cirugía no cardíaca. El corazón y los grandes vasos, pudieron ser observados directamente y evaluados de modo funcional. Así, la etiología de la hipotensión arterial severa puede ser fácilmente identificada y tratada.